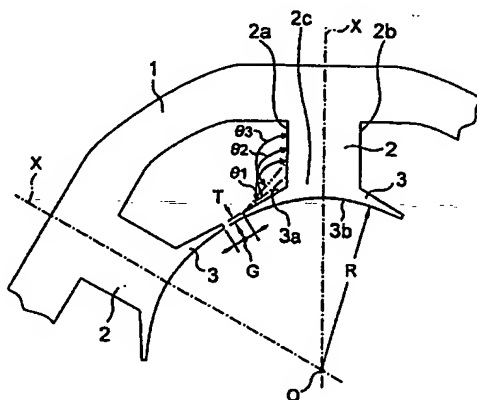


<p>(51) 国際特許分類7 H02K 1/14, 1/27, 19/10, 21/14, 29/00, H02P 6/18</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/48289</p> <p>(43) 国際公開日 2000年8月17日(17.08.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00656</p> <p>(22) 国際出願日 2000年2月7日(07.02.00)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平11/32610 1999年2月10日(10.02.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東芝キャリア株式会社 (TOSHIBA CARRIER CORPORATION)[JP/JP] 〒105-8001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてののみ) 二見俊彦(FUTAMI, Toshihiko)[JP/JP] 〒416-0909 静岡県富士市松岡708-12 Shizuoka, (JP) 稲葉好昭(INABA, Yoshiaki)[JP/JP] 〒416-0933 静岡県富士市中丸519-2 Shizuoka, (JP) 川村清隆(KAWAMURA, Kiyotaka)[JP/JP] 〒410-0022 静岡県沼津市大岡2934-7 Shizuoka, (JP)</p> <p>(74) 代理人 佐藤一雄, 外(SATO, Kazuo et al.) 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 BR, CN, ID, IN, KR, MX, RU, SG, US, VN, 欧州 特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54) Title: BRUSHLESS MOTOR AND DRIVE CONTROLLER THEREFOR

(54) 発明の名称 ブラシレスモータ及びその駆動制御装置



(57) Abstract

A brushless motor comprising a stator which has  $3n$  ( $n$  is an integer of 2 or more) magnetic poles formed in positions at which the circumference is equally divided into  $3n$  sections and each provided with a columnar part projecting inward in the radial direction, magnetic pole pieces extending in the circumferential directions from the end of the columnar part, and a phase winding wound around the columnar part, and a rotor which has  $2n$  permanent magnets accommodated in magnet insertion holes formed in positions at which the circumference is equally divided in  $2n$  sections and connection paths formed by circumferential interval portions between the permanent magnets and connecting the inner peripheral part to the outer peripheral part of the rotor iron core, wherein the average thickness of the magnet pieces is determined so that the voltage waveform near the zero-cross point of the induced voltage of the phase winding of when no current is flowing therethrough has no vibrating portion during the operation.

本発明はブラシレスモータ及びその駆動制御装置に関する。本発明のブラシレスモータは、 $n$ を2以上の整数として、周方向に $3n$ 等分した位置でそれぞれ半径方向内側に突出する柱状部を有する磁極が、それぞれ柱状部の先端部から周方向に延出する磁極片を有し、磁極の柱状部を取り囲んでそれぞれ相巻線を巻装してなるステータと、周方向に $2n$ 等分した位置にそれぞれ形成された磁石挿入孔に永久磁石が収納され、周方向に見た永久磁石相互間の間隔部位がロータ鉄心の内周部と外周部とを繋ぐ連結通路を形成しているロータとを備え、磁極片の平均厚さが、運転時に非通電状態の相巻線の誘起電圧のゼロクロス近傍の電圧波形に振動を生じない厚さとして設定される。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダッド・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

## ブラシレスモータ及びその駆動制御装置

## 発明の分野

本発明は、ブラシレスモータ、特に空気調和機等の圧縮機を駆動するために圧縮機に搭載するのに好適なブラシレスモータ、及びその駆動制御装置に関する。

## 従来の技術

この種のブラシレスモータとして、例えば、図4に示す構成のものが知られている。このブラシレスモータ10は、周方向に6等分した位置にそれぞれ半径方向内側に突出する磁極2を有し、これに図示省略の相巻線を巻装してなるステータ1と、周方向に4等分した位置にそれぞれ形成された磁石挿入孔に永久磁石9を収納してなるロータ5とで構成されている。ステータ1に形成される磁極2は、それぞれ磁束密度の分布を所望の形にすると共に、相巻線を機械的に支える役目をする磁極片3を有している。ロータ5に備えられる永久磁石9は、固定子内周面に対向する小径面と回転子軸に近い大径面とがほぼ同心の逆円弧状に形成されており、大径面を回転子軸に向けて収納される。同一形状の磁石挿入孔がロータ5の鉄心部分に設けられており、永久磁石9はその磁石挿入孔に挿着される。ロータ鉄心のうち、永久磁石9の小径面と磁気空隙との間にロータ鉄心外周部6を形成し、隣接する永久磁石9との相互間に介在する鉄心部分がロータ鉄心外周部6をロータ鉄心内周部8に繋ぐロータ鉄心連結通路7を形成している。これらの永久磁石9の、固定子内周面に対向する小径面がそれぞれS、N、S、Nの順に4個の磁極を形成する。

このブラシレスモータの駆動に当たっては、直流電圧を出力する直流電圧回路、及びこの直流電圧回路の出力電圧を擬似三相交流に変換するスイッチング回路が用意される。図5はこのような駆動制御装置の一例を示す回路図である。同図において、交流電源11の交流電圧が、全波整流回路等なる直流電圧回路としての順変換回路12によって直流に変換され、得られた直流電圧がスイッチング回

路 13 に供給される。スイッチング回路 13 は、6 個のスイッチング素子  $U+$ 、 $U-$ 、 $V+$ 、 $V-$ 、 $W+$ 、 $W-$  を有し、このうち、スイッチング素子  $U+$  と  $U-$  とが直列回路をなして順変換回路 12 の出力端間に接続され、同様に、スイッチング素子  $V+$  と  $V-$  及び  $W+$  と  $W-$  がそれぞれ直列回路をなして順変換回路 12 の出力端間に接続されている。各スイッチング素子  $U+$ 、 $U-$ 、 $V+$ 、 $V-$ 、 $W+$ 、 $W-$  にはそれぞれ環流ダイオードが逆並列に接続されている。各直列回路のスイッチング素子の相互接続点がブラシレスモータ 10 の外部接続端子  $a$ 、 $b$ 、 $c$  に接続される。モータ 10 の各相巻線は星形結線されている。

ここで、スイッチング回路 13 の一つの直列回路の正側スイッチング素子及び別の一つの直列回路の負側スイッチング素子のうち、一方が連続オンされて他方が断続オンされ、かつこの連続オン及び断続オンするスイッチング素子を順次切換えることにより、ブラシレスモータ 10 の各相巻線が順次通電される。この各相巻線に対する順次通電により、固定子から回転磁界が発生する。この回転磁界とロータが発する磁界との相互作用によりロータ 5 が回転する。

ロータ 5 の回転に伴い、非通電状態の相巻線に電圧が誘起される。この誘起電圧に基づいて位置検出部 14 によりロータ回転位置が検出される。すなわち、位置検出部 14 は非通電状態の相巻線の誘起電圧の変化からロータの回転位置を検出して位置信号を制御部 15 に送出する。なお、位置検出部 14 においては、非通電状態の相巻線に生じる誘起電圧のレベルと予め定められた基準電圧レベルとを比較し、両レベルが交差するとき、その時点でのロータの回転位置が基準回転位置として検出される。こうして検出された基準回転位置に応じて、制御部 15 は各相巻線に対する通電切換、すなわち、転流のタイミングを制御する。そして、この通電切換が繰返されることによりロータの回転が継続される。ここで、位置検出部 14 は順変換回路 12 の直流出力電圧を動作電源として、相巻線の中性点に対して、一時的に非通電状態におかれる相巻線の端子電圧を入力してロータの回転位置を検出する。

図 6 は位置検出部 14 を構成する 3 相分の検出回路のうち、1 相分の検出回路の詳細を示したもので、 $U$  相巻線が非通電状態にあるとき、中性点から見た  $U$  相巻線の端子電圧  $V_a$  が、例えば、低域フィルタからなるアナログフィルタ 14

1に加えられ、さらに、このアナログフィルタ 141の出力がコンパレータ 142の非反転入力端子(+)に加えられる一方、中性点電圧 $V_p$ がそのままコンパレータ 142の反転入力端子(-)に加えられる。コンパレータ 142は反転入力端子(-)に加えられる電圧 $V_p$ を基準として、非反転入力端子(+)に加えられる電圧、すなわちフィルタを通して得られるU相巻線の端子電圧が基準電圧よりも低いとき論理“0”の信号を出力し、基準電圧レベルと同じか又はそれより高いとき論理“1”の信号を出力する。いま、中性点を接地するものとしてその電圧をゼロとすると、U相巻線の端子電圧が中性点電圧とクロスする点、すなわち、ゼロクロス点でコンパレータ 142の出力信号の論理レベルが変化する。この変化点がブラシレスモータ 10のロータ回転位置として検出される。

図7はU相巻線の端子電圧 $V_a$ と、中性点電圧 $V_p$ と、アナログフィルタ 141を通して得られた端子電圧 $V_{fa}$ との関係を示す波形図である。すなわち、通電休止期間において、電圧 $E_u$ が誘起され、誘起電圧 $E_u$ と中性点電圧 $V_p$ とが交差する点いわゆるゼロクロス点P及びQがロータの回転位置として検出される。本来、ロータの磁極から発生する磁束による誘起電圧は実線と破線を用いて示したように正弦波状になるが、転流による通電休止期間と通電期間とが存在するため、実線で示した端子電圧 $V_a$ がアナログフィルタ 141に加えられ、破線で示す電圧 $V_{fa}$ がコンパレータ 142に加えられる。この場合、アナログフィルタ 141を通過した電圧 $V_{fa}$ は、端子電圧 $V_a$ に比べて90度の位相遅れを持ち、端子電圧 $V_{fa}$ と中性点電圧 $V_p$ とのゼロクロス点についても、端子電圧 $V_a$ と中性点電圧 $V_p$ とのゼロクロス点に比べて90度の位相遅れを生じる。

上記のようなブラシレスモータとその駆動制御装置からなるモータシステムにおいて、図7のゼロクロス点Pが生じる時点は、ブラシレスモータ 10のロータ位置が図8の状態にあるときである。すなわち、V相とW相の相巻線4に図示した方向の電流が流され、U相の相巻線4には電流が流されない状態にあるときである。

一方、U相巻線に鎖交する磁束には永久磁石9による磁束のみでなく、巻線電流の起磁力すなわち電機子起磁力による磁束もあり、この一部として、図9に示すようにW相の磁極2からロータ鉄心連結通路7を通してU相の磁極2に至る磁

束 $\phi_L$ がある。図10はロータ5が図9の場合より少し回転したときのステータ1及びロータ5の位置関係を示している。図9の状態から図10の状態に至る過程において、ロータ鉄心連結通路7がU相の磁極2に対向しなくなり、W相の磁極2からロータ鉄心連結通路7を通してU相の磁極2の相巻線に鎖交する磁束が急減し、誘起電圧 $E_u$ が図11に示すように中性点電圧 $V_p$ の付近で振動する。この電機子起磁力磁束の急変による誘起電圧 $E_u$ の振動は、一般に、磁極2の磁極片3の厚さとロータ鉄心連結通路7の幅が広いほど大きくなる。この誘起電圧 $E_u$ の振動により、アナログフィルタ141を通過した後の端子電圧波形は図11の $V_{fb}$ のようになり、振動が無い場合の波形 $V_{fa}$ に比べて早い時点で中性点電圧 $V_p$ のレベルに達してしまい、偽ゼロクロス点 $P_b$ に対応して誤ったゼロクロス点 $P$ が検出されてしまう。つまり、アナログフィルタ141が有っても無くても、ロータ5の回転位置検出に誤りを生じ、ブラシレスモータの適正な駆動が困難となる。また、位置検出部14がアナログフィルタを持たない方式の場合、誘起電圧 $E_u$ の振動部分が中性点電圧 $V_p$ のレベルに早期にクロスする事態が生じて誤ったゼロクロス点 $P_b$ が検出されてしまう。

## 発明の概要

本発明の目的は、電機子起磁力に基づく漏れ磁束による誘起電圧の振動を抑え、それによって駆動異常の生じ難いブラシレスモータ及びその駆動制御装置を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明は、 $n$ を2以上の整数とし、周方向に $3n$ 等分した位置でそれぞれ半径方向内側に突出する柱状部を有する磁極が、それぞれ柱状部の先端部から周方向に延出する磁極片を有し、磁極の柱状部を取り囲んでそれぞれ相巻線を巻装してなるステータと、周方向に $2n$ 等分した位置にそれぞれ形成された磁石挿入孔に永久磁石が収納され、周方向に見た隣接永久磁石間の間隔部位がロータ鉄心の内周部と外周部とを繋ぐ連結通路を形成しているロータとを備え、磁極片の平均厚さが、運転時に非通電状態の相巻線の誘起電圧のゼロクロス近傍の電圧波形に振動を生じない厚さとして設定されていることを特徴とするブラシレスモータを提供するものである。

本発明によれば、電機子起磁力による漏れ磁束による誘起電圧の振動を抑えることにより、駆動異常の生じ難いブラシレスモータを得ることができる。

$n = 2$  であり、磁極は周方向の 6 等分箇所形成され、磁極片の先端部の厚さはほぼ 1 mm もしくはそれより僅かに薄く、磁極片は先端部から柱状部に向かって徐々に厚く、磁極片の裏面と磁極柱状部の側面とのなす角度は 130 度もしくはそれより僅かに小さいものとするのがよい。

$n = 2$  であり、磁極は周方向の 6 等分箇所形成され、磁極片の先端部の厚さはほぼ 1 mm もしくはそれより僅かに薄く、磁極片の裏面先端部と裏面基部とを結ぶ線と、柱状部の側面とのなす角度は 130 度もしくはそれより僅かに小さくするのがよい。

ロータの連結通路の周方向の幅はほぼ 2 mm もしくはそれより僅かに狭くするのがよい。連結通路の周方向の幅をほぼ 2 mm 以下もしくはそれより僅かに狭くすることにより、連結通路の幅を必要以上に狭くすることなく、鉄心打抜きの作業性の低下やロータの強度低下を防止することができる。

非通電状態の相巻線の誘起電圧を基準電圧と直接比較してロータの回転位置を検出することができる。非通電状態の相巻線の誘起電圧を基準電圧と直接比較してロータの回転位置を検出することにより、回転位置検出部の構成が簡易化される駆動制御装置を得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係るブラシレスモータの一実施形態の構成を示す、モータを軸方向から見たステータの部分正面図、

図 2 は、図 1 に示した実施形態の動特性を説明する、3 種類の磁極片形状に対応する波形図、

図 3 A 及び図 3 B は、本発明に係るブラシレスモータの他の実施形態の構成を示す、モータを軸方向から見たステータの部分正面図、

図 4 は、従来のブラシレスモータの概略構成を説明する、モータを軸方向から見た正面図、

図 5 は、ブラシレスモータを駆動する一般的な駆動制御装置を示したブロック

図、

図 6 は、図 4 に示した駆動制御装置における位置検出部の詳細な構成を示す回路図、

図 7 は、図 6 に示した位置検出部の動作を説明するための波形図、

図 8 は、電機子起磁力磁束の急変による誘起電圧の振動を説明するための、ブラシレスモータを軸方向から見た正面図、

図 9 は、電機子起磁力磁束の急変による誘起電圧の振動を説明するための、ブラシレスモータを軸方向から見た正面図、

図 10 は、電機子起磁力磁束の急変による誘起電圧の振動を説明するための、ブラシレスモータを軸方向から見た正面図、

図 11 は、電機子起磁力磁束の急変による誘起電圧の振動を説明するための波形図である。

## 発明の実施例

以下、本発明を図面に示す好適な実施例に基づいて詳細に説明する。

図 1 は本発明に係るブラシレスモータの一実施例を軸方向から見たステータ 1 の部分正面図である。ここで、ステータ 1 にはその軸芯 O に対して周方向に 6 等分した位置に設定された仮想軸 X 上にそれぞれ半径方向内側に突出する柱状部 2 c を有する磁極 2 が 6 個形成されている。これら磁極 2 にはそれぞれの柱状部 2 c の半径方向内側の端部から周方向に延びる磁極片 3 が形成されており、この磁極片 3 は磁気空隙の磁束密度分布を所望の形にする役割を持つと共に、相巻線を機械的に支える役割を持っている。

磁極 2 及び磁極片 3 のロータに対向する端面は、それぞれロータの外径に対応して定められる半径 R の円筒面の一部を形成している。磁極 2 は軸 X を中心に両側に対称に形成された互いに平行な側面 2 a, 2 b を有する。また、磁極片 3 は先端部の厚さ T に対して柱状部 2 c に向かうほど厚みが増す形状を有し、この磁極片 3 の裏面 3 a が相巻線を巻装する面となる。隣接する磁極 2 の両磁極片 3 の先端部相互間の周方向間隔を G とすると、この間隔 G は、例えば、相巻線の巻装が可能な最小寸法に選定される。このステータ 1 に対して、図 1 では図示を省略



しているが、4個の永久磁石9を装着したロータ5（図8，9，10参照）が用いられる。

前述した如く、電機子起磁力磁束の急変による誘起電圧 $E_u$ の振動は、磁極2の磁極片3の厚さとロータ鉄心の連結通路7の幅がそれぞれ大きいほど大きくなるという経験を基にして発明者等は種々の実験を試みた。

この場合、ロータの直径を60mmとし、ロータ鉄心の内周部と外周部とを繋ぐ連結通路の周方向の幅を、十分な強度を保証する観点から2mmもしくはこれより僅かに狭く形成した。一方、ステータ1において、打抜き成形をする鉄板の厚みを0.5mmとすると、磁極片3の先端部の厚み $T$ の最小値は0.5～1.0mmに制限される。本実施例では先端部の厚み $T$ を1.0mmとし先端部の位置を同一位置に固定とし、楔状になる磁極片3の根幹部分の厚さ、すなわち、平均厚さを3種類に変えて誘起電圧波形を観測した。なお、磁極片3の平均厚さの表現として、磁極片3の裏面3aと、この裏面3aに隣接する柱状部2cの側面2aとのなす角度 $\theta$ を用いるものとする。

図示されているように、裏面3aと側面2aとの間の角度 $\theta$ を小さくすれば磁極片3の平均厚さは薄くなり、逆に、角度 $\theta$ を大きくすれば磁極片3の平均厚さは厚くなることが分かる。そこで、この角度を $\theta_1=120$ 度、 $\theta_2=130$ 度、 $\theta_3=145$ 度にした3種類のステータを作製し、他の条件を同一にして相巻線の端子電圧を測定したところ、図2に示す電圧波形A，B，Cが得られた。これらの端子電圧における誘起電圧に着目すると、 $\theta_1=145$ 度の磁極では中性点電圧 $V_p$ の近傍で振動し、 $\theta_2=130$ 度の磁極では中性点電圧 $V_p$ の近傍で波形が歪んで早めにクロスし、 $\theta_1=120$ 度の磁極では正弦波電圧が中性点電圧 $V_p$ とほぼ同一の時点で中性点電圧 $V_p$ とクロスしている。

この結果、電機子起磁力磁束の急変による誘起電圧 $E_u$ の振動は、磁極2の磁極片3の平均厚さを薄くすれば除去できるとの結論を得た。換言すれば、非通電状態の相巻線の誘起電圧のゼロクロス近傍の電圧波形に振動を生じない厚さにすれば良く、本実施例のように磁極2を周方向の等分箇所に計6個設け、磁極片3の先端部の厚さをほぼ1mmもしくはそれより僅かに狭く形成した場合には、磁極片3の裏面3aと柱状部2cの側面2aとのなす角度を120度もしくはそれよ

り僅かに小さくすることにより電圧振動を防止することができ、角度 $\theta$ は120度が最も良好であり、磁極片3の強度から見て最良の設計であるということが言える。

図3A及び図3Bは本発明に係るブラシレスモータの他の実施例の構成を示す、軸方向から見たステータ1の部分正面図である。図3Aに示したものは、磁極片3の裏面を階段状に形成し、その周方向先端から柱状部に向かうに従ってその厚みを $t_1$ ,  $t_2$  ( $> t_1$ ),  $t_3$  ( $> t_2$ ) のように変えたものである。図3Bに示したものは磁極片3の裏面を、その裏面とほぼ等しいか、これよりも僅かに大きい半径 $R'$ を持つ円弧面に形成したものである。図3A及び図3Bのいずれの場合も、磁極片3の裏面先端と裏面基部とを結ぶ線と、柱状部2cの側面2aとのなす角度 $\theta$ を120度もしくはそれより僅かに小さくしたものである。これによって、図1に示した実施例と同様な効果が得られる。ただし、図3Aに示した磁極片3の裏面に形成する段数は適宜変更して実施できることは言うまでもない。

なお、上記実施例では、周方向に6等分した位置にそれぞれ半径方向内側に突出する柱状部2c、及び柱状部2cの先端部から周方向に延出する磁極片3を有する磁極2を形成したステータと、周方向に4等分した位置にそれぞれ形成された磁石挿入孔に永久磁石を収納したロータとを備えるブラシレスモータについて説明したが、本発明の適用はこれに限定されるものではなく、 $n$ を2以上の整数とし、周方向に $3n$ 等分した位置にそれぞれ半径方向内側に突出する磁極を有するステータと、周方向に $2n$ 等分した位置にそれぞれ永久磁石を配置したロータとを備えるブラシレスモータに広く適用することができる。

また、上記実施例では、端子電圧をアナログフィルタ141に加え、その出力をコンパレータ142に加えてロータの回転位置を検出したが、相巻線が非通電状態である期間の誘起電圧を取出し、この誘起電圧と基準電圧としての中性点電圧とを比較して両者がクロスする時点を検出するように駆動制御装置を構成することも可能である。

## 請求の範囲

1.  $n$ を2以上の整数として、周方向に $3n$ 等分した位置でそれぞれ半径方向内側に突出する柱状部を有する磁極が、それぞれ柱状部の先端部から周方向に延出する磁極片を有し、前記磁極の柱状部を取り囲んでそれぞれ相巻線を巻装してなるステータと、周方向に $2n$ 等分した位置にそれぞれ形成された磁石挿入孔に永久磁石が収納され、周方向に見た永久磁石相互間の間隔部位がロータ鉄心の内周部と外周部とを繋ぐ連結通路を形成しているロータとを備え、前記磁極片の平均厚さが、運転時に非通電状態の相巻線の誘起電圧のゼロクロス近傍の電圧波形に振動を生じない厚さとして設定されていることを特徴とするブラシレスモータ。

2.  $n=2$ であり、前記磁極は周方向の6等分箇所形成され、前記磁極片の先端部の厚さはほぼ1 mmもしくはそれより僅かに薄く、前記磁極片は前記先端部から柱状部に向かって徐々に厚く、前記磁極片の裏面と前記柱状部の側面とのなす角度は130度もしくはそれより僅かに小さいことを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータ。

3.  $n=2$ であり、前記磁極は周方向の6等分箇所形成され、前記磁極片の先端部の厚さはほぼ1 mmもしくはそれより僅かに薄く、前記磁極片の裏面先端部と裏面基部とを結ぶ線と、前記柱状部の側面とのなす角度は130度もしくはそれより僅かに小さいことを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータ。

4. 前記ロータの連結通路の周方向の幅はほぼ2 mmもしくはそれより僅かに狭いことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載のブラシレスモータ。

5. 前記非通電状態の相巻線の誘起電圧を基準電圧と直接比較して前記ロータの回転位置を検出することを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記

載のブラシレスモータを駆動する駆動制御装置。



2/11

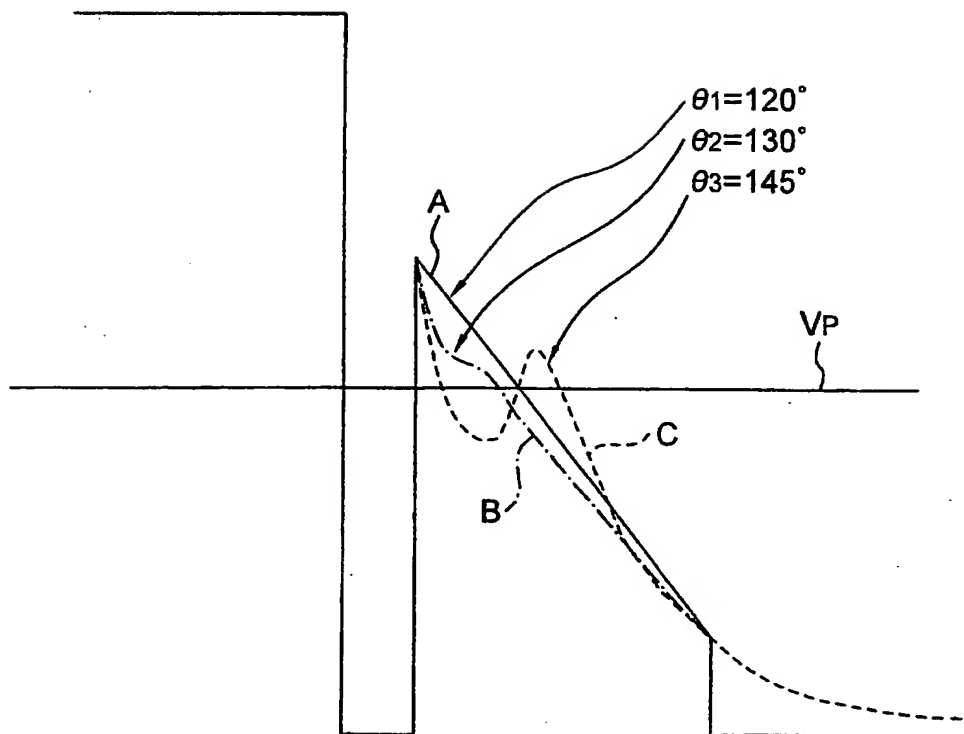


FIG. 2

3/11.

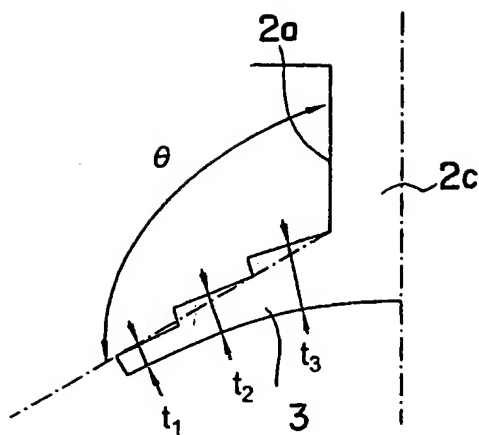


FIG. 3A

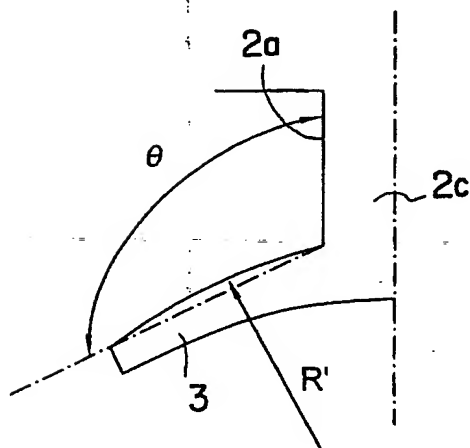


FIG. 3B

4/11

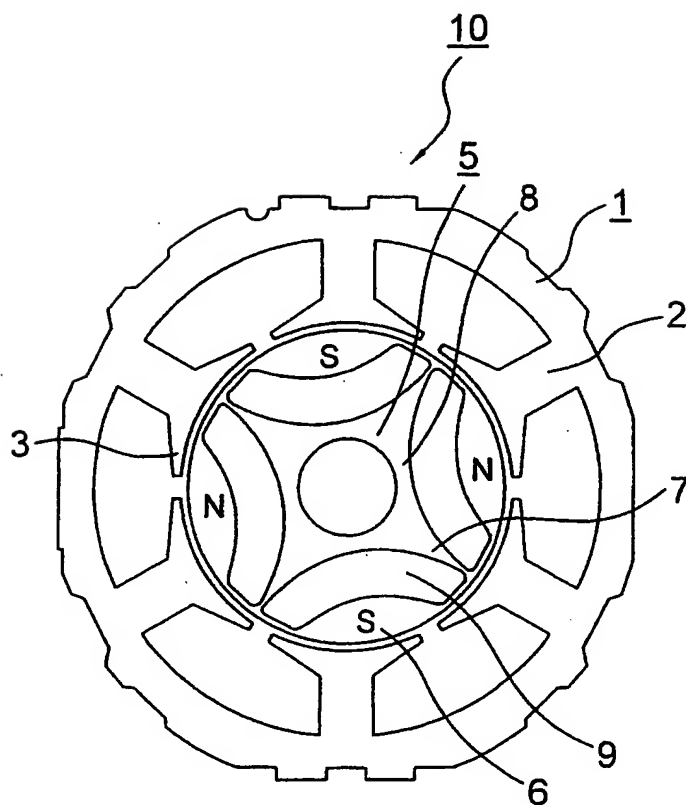


FIG. 4



5./11.

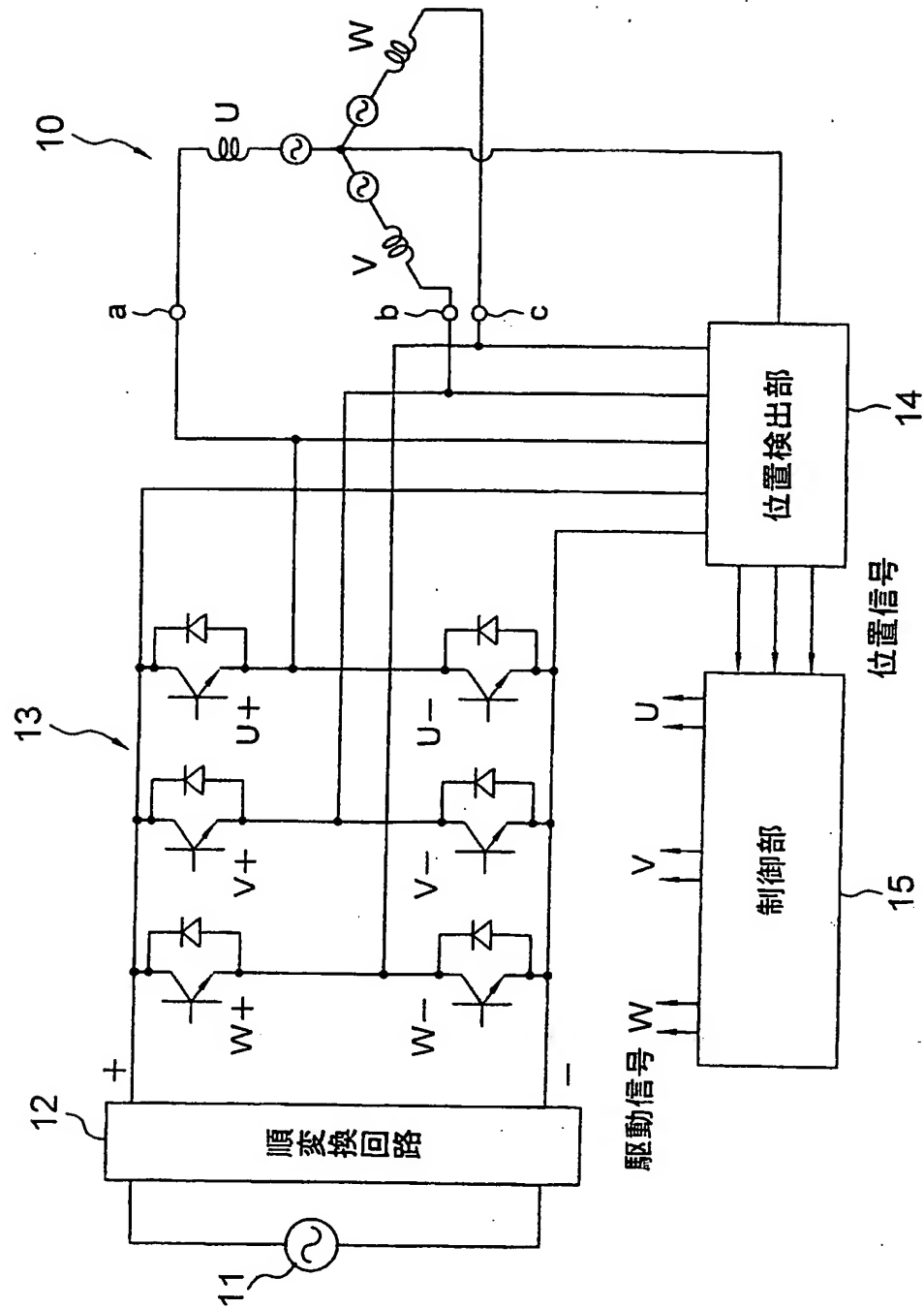


FIG. 5

6/11

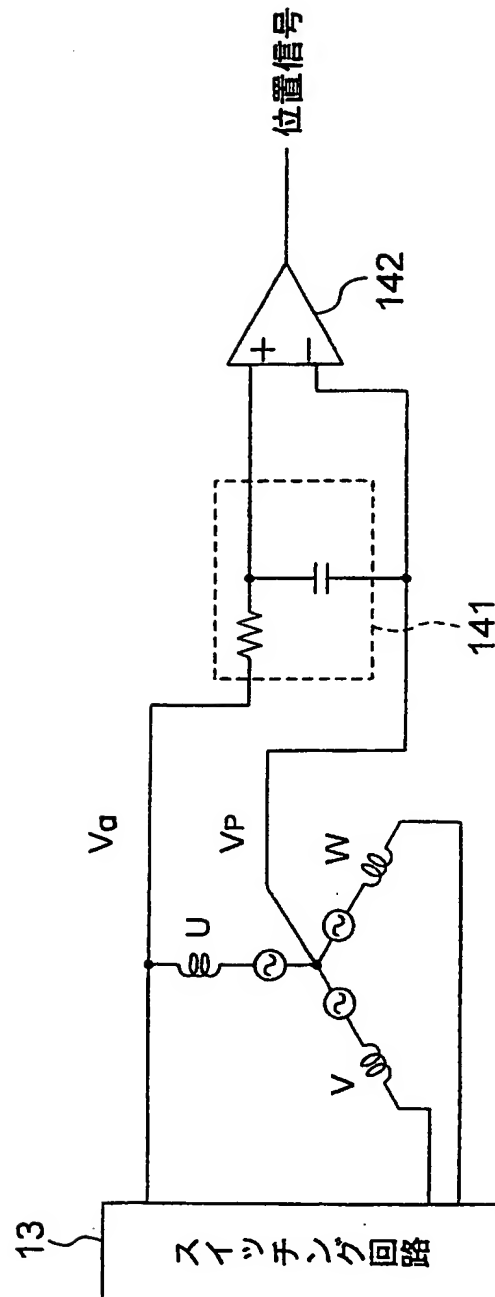


FIG. 6

7/11

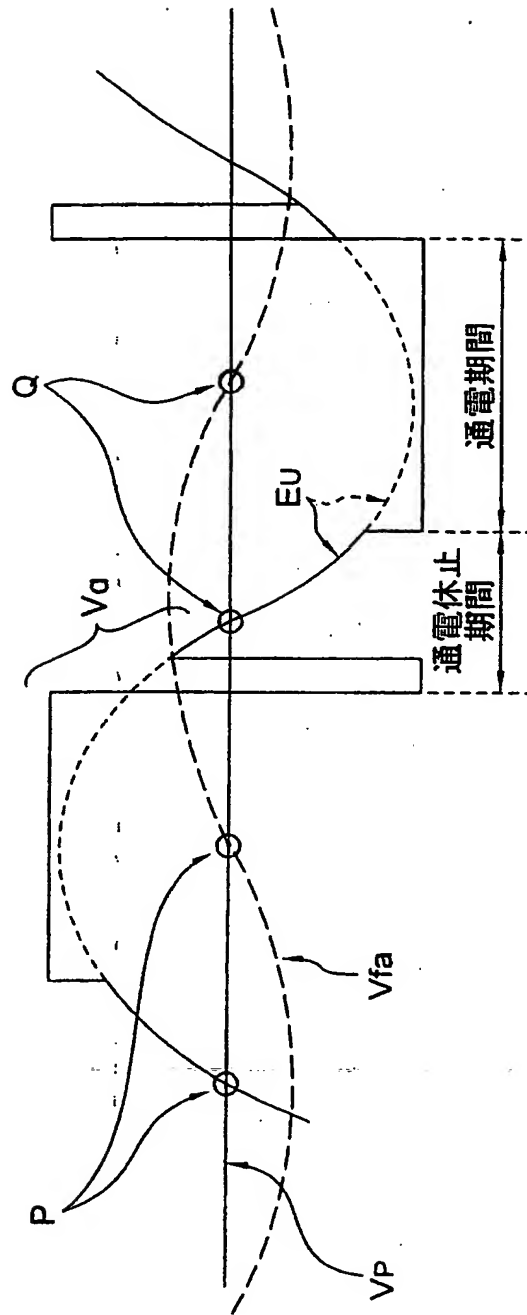


FIG. 7

8/11

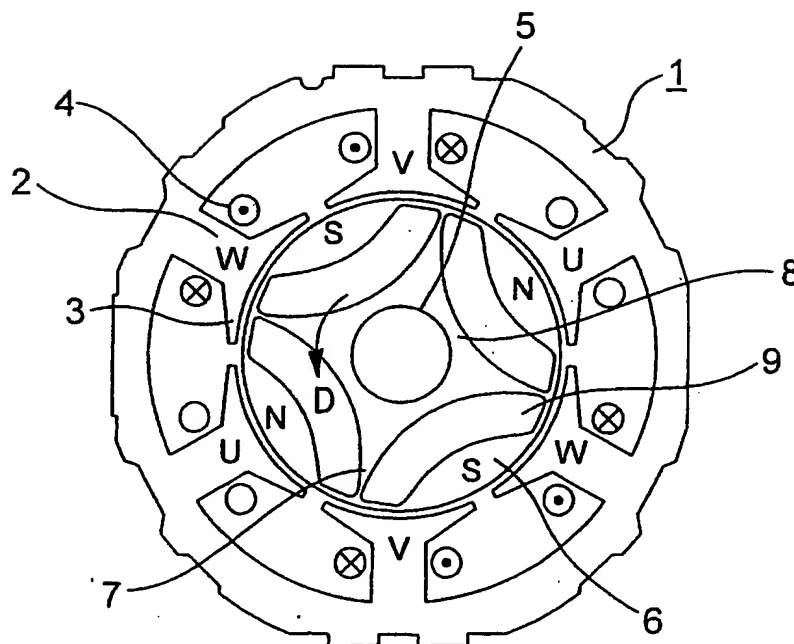


FIG. 8

9/11

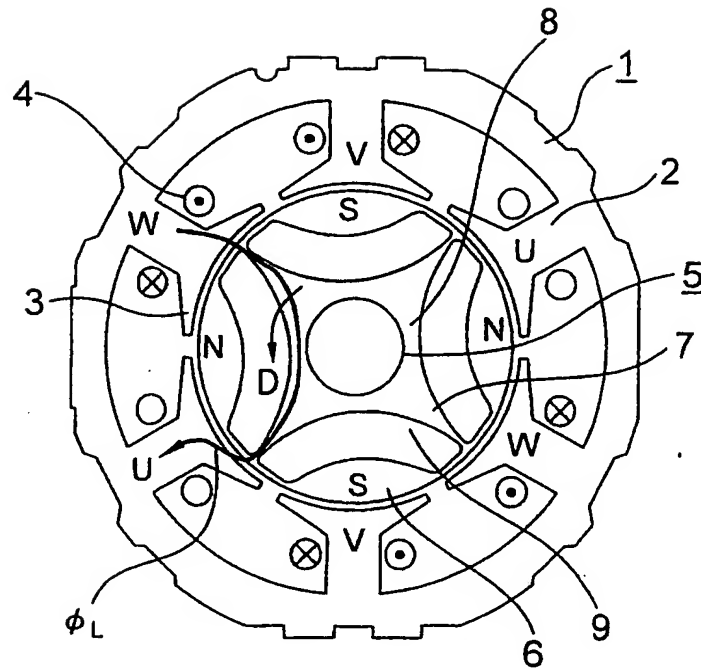


FIG. 9



1.1/1.1

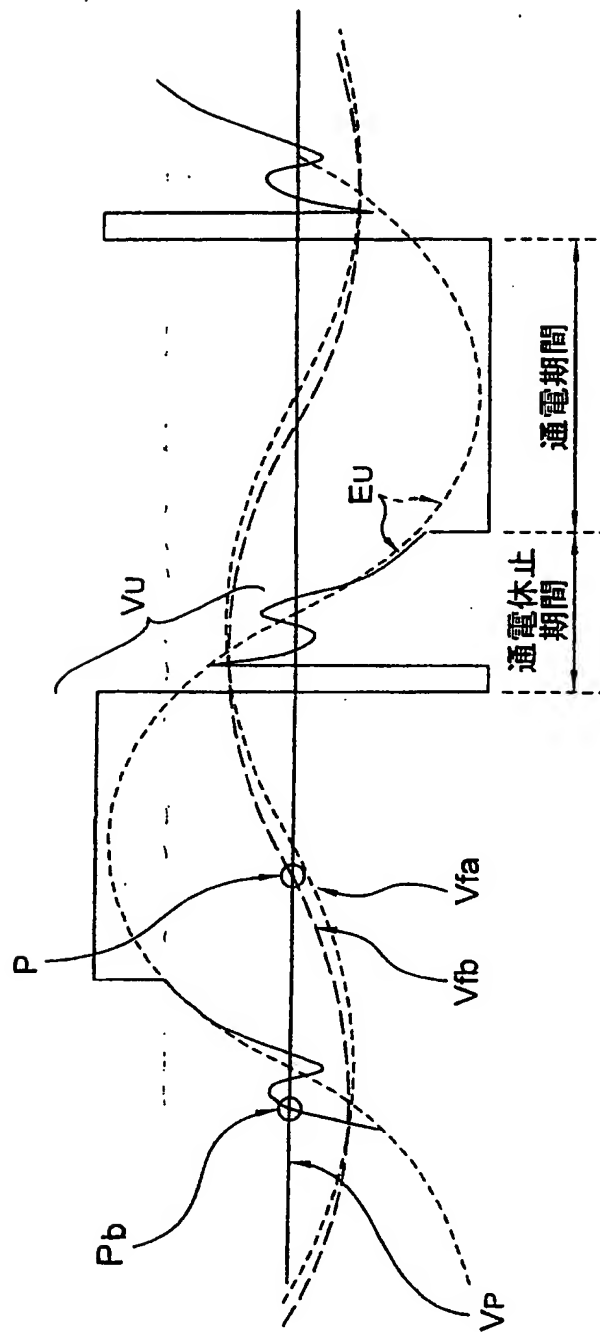


FIG. 11